



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

①⑫ **Off nl ungungsschrift**  
①⑩ **DE 198 00 989 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 02 K 41/06**

②① Aktenzeichen: 198 00 989.5  
②② Anmeldetag: 14. 1. 98  
②③ Offenlegungstag: 22. 7. 99

**DE 198 00 989 A 1**

⑦① Anmelder:  
Maul, Hans-Erich, 52068 Aachen, DE

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤⑤ Entgegenhaltungen:  
DE 1 96 18 248 C1  
DE-PS 4 99 227  
NIEMANN, Gustav u.a.: Maschinenelemente,  
2.Aufl., Bd.II, Berlin u.a., Springer-Ver-  
lag 1983, S.42 u. 65-67;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Kurzbauender leistungsstarker Trommelmotor**

⑤⑦ Besonders kurzbauende Bauweise eines Trommelmotors, in dem das einstufige Exzentergetriebe so schmal gestaltet ist, daß das innenverzahnte Zahnrad aus einer Scheibe gestanzt werden kann. Da das Exzentergetriebe mit Evolventenverzahnung mehrere flächenförmig konvex auf konkav mit gleicher Wölbung tragende Zähne hat, ist eine in axialer Richtung besonders schmal bauende kompakte Ausführung möglich. Eine besonders preiswerte Herstellung und raumsparende Ausführung wird möglich, indem die Achsenstümpfe und der Flansch (Fig. 5, Pos. 1 u. 11) aus einem Teil bestehen, welches im Feingußverfahren mit nur geringer mechanischer Bearbeitung hergestellt wird. Der Flansch in Fig. 5 u. 6, Pos. 1 u. 8 ist so dünn gestaltet, daß die Stiftaufnahmelöcher gestanzt werden können. Das außenverzahnte Zahnrad besteht aus einzelnen Scheiben mit, an denen die Kunststoffverzahnung angespritzt ist. Durch die Zerlegung der Zahnräder und Stützscheiben (Fig. 5 u. 6, Pos. 2 u. 3 u. 4 u. 5) in einzelne Scheiben, die im Feinstanzverfahren hergestellt werden können, ist eine genaue und preiswerte Herstellung möglich. Die Ausrichtung und die Drehmomentübertragung zwischen den Flanschen (Fig. 5 u. 6, Pos. 1 u. 8) erfolgt über die Stifte des Getriebes. Das den Stator des Elektromotors aufnehmende Rohr ist als elastisches Strangpreßprofil gestaltet und ermöglicht so eine kostengünstige Fertigung. Das Kabel wird zwischen der Lagerung und dem Flansch (Fig. 5 u. 6, Pos. 11) innerhalb des Wicklungskopfes des ...

**DE 198 00 989 A 1**

## Beschreibung

In Trommelmotoren werden üblicherweise Getriebe mit mehrstufigen Stirnrad- oder Planetengetrieben, bzw. Exzentergetrieben mit Cycloiden (499227) oder Evolventenverzahnung (DE 196 18 248) angewendet.

Die der Anmeldung zu Grunde liegende Konstruktion (Fig. 1 und Fig. 2) zeigt ein Exzentergetriebe mit hoher Untersezung.

Der Schwachpunkt aller dieser Getriebe ist die Berührungslinie der Verzahnung.

Alle bisher bekannten Getriebe haben den Nachteil, daß die Kraftübertragung nur durch Linienberührung erfolgt. Bei Stirnradgetrieben z. B. trägt nur ein Zahn in der Abtriebsstufe mit maximaler Zahnbreite von ca. 10 mal Modul. Die Linienberührung ist maximal ca. 0,1 mm breit (Hertz-sche Pressung), so daß eine Übertragungsfläche von ca. 0,1 mm × 10 mm = 1 mm<sup>2</sup> vorliegt.

Bei Planetengetrieben gilt das Gleiche, jedoch tragen hierbei 3 bzw. 4 Planeten, so daß ca. 0,1 mm × 10 mm × 4 Zähne = 4 mm<sup>2</sup> tragen.

Bei Cyclo-Getrieben tragen ca. 4 bis 8 Zähne so daß gilt 0,1 mm × 8 Zähne × 10 mm = 8 mm<sup>2</sup>.

Bei Acbar- und Exzentergetrieben mit Evolventenverzahnung tragen bis zu 10 Zähne mit Linienberührung. Hierbei gilt 0,1 mm × 10 mm × 10 Zähne = 10 mm<sup>2</sup>.

Bei dem Exzentergetriebe mit Evolventenverzahnung ist eine Dimensionierung gefunden worden, die gegenüber anderen Verzahnungsarten den Vorteil hat, daß mehrere Zähne flächenförmig, wie aus Fig. 3+4 ersichtlich, tragen.

Bei der Evolventenverzahnung kommt es zu flächenförmigen, konvex auf konkav mit gleicher Wölbung tragenden Zähnen. Hierbei wird eine elastische Dehnung und ein Schmierstofffilm von einigen hundertstel Millimetern vorausgesetzt. Dieses ist aus den Fig. 3a und 4a, aus den Maßen an Zahnkopf und Zahnfuß ersichtlich. Dieses erlaubt wesentlich höhere Belastungen und geringeren Verschleiß der Verzahnung.

Hierbei ist eine Übertragungsfläche von 1,5 mm Zahnhöhe × 10 mm Zahnbreite × 10 Zähne = 150 mm<sup>2</sup> tragend. Das ermöglicht es, die Zahnräder schmäler zu gestalten, z. B. 6 mm breit. Dann trägt die Verzahnung mit einer Fläche von 1,5 mm Zahnhöhe × 6 mm Zahnbreite × 10 Zähne = 90 mm<sup>2</sup>. Die Verzahnung trägt nun, bei einer Festigkeit des Polyamides von ca. 40 N/mm<sup>2</sup> (bei maximaler Betriebstemperatur) × 90 mm<sup>2</sup> = 3600 N, so daß das maximale Trommelmotormoment übertragen werden kann (siehe Beilage technische Daten).

Die Verzahnung wird so gestaltet, daß keine Veränderung des Eingriffswinkels erforderlich ist. Das außenverzahnte Rad erhält einen Profilverschiebungsfaktor von  $X = 0,2 \times \text{Modul}$ . Die Innenverzahnung wird mit einem Profilverschiebungsfaktor von  $x = -1 \times \text{Modul}$  ausgeführt. Durch diese Auswahl der Profilverschiebungsfaktoren wird ein biegestabiler Zahn erzeugt und eine große Überlappung der Zahnflanken (ohne Kopfkürzung) erreicht. Es entsteht außerdem eine interferenzfreie Verzahnung (siehe Fig. 1+2+3+4), selbst bei Zähnezahldifferenzen von eins, z. B.: 90–89. Das Eingriffsgebiet der Verzahnung teilt sich je nach Drehrichtung in ein rechtstragendes oder ein linkstragendes auf.

Das aus einer Scheibe bestehende Innenzahnrad (Fig. 1+2) ist so schmal gestaltet, daß es feingestanzte werden kann.

Da bei dem Getriebe im außen verzahnten Zahnrad (Fig. 5, Pos. 3+4) die Stiftlöcher mit nur geringen Stegbreiten auszuführen sind, lassen sich diese nicht aus einem Stanzteil (6 mm dick) fertigen. Deshalb wird dieses Teil aus mehreren

Scheiben (1,5 mm dick) zusammengesetzt (Fig. 10). Da die Stahlverzahnung einen relativ hohen Geräuschpegel erzeugt, wird eine aus Polyamid 6 bestehende Verzahnung in einer zweckmäßigen Kunststoffspritzform mit auswechselbaren Verzahnungseinsätzen angespritzt.

Die beiden inneren Stahlscheiben des Außenzahnades sind größer gestaltet und mit gegenüber den äußeren Stahlscheiben vorstehenden Löchern versehen. Hieran verkrallt sich die Kunststoffverzahnung beim Anspritzen. Die Kunststoffverzahnung legt sich wie eine gelenkige Kette um die Stahlscheiben. Die Stahlscheiben lassen sich hierbei sehr genau und äußerst preisgünstig mit einem zweckmäßig gestalteten Folgeschneidwerkzeug mit auswechselbaren Einsätzen herstellen (siehe Variationen der Scheiben).

Durch Verwendung der Stützscheiben (Fig. 5+6, Pos. 2+5) tragen die Stifte an beiden Seiten der Zahnscheiben. Ein Kantentragen der Stifte bzw. Rollen und eine einseitige Durchbiegung wird durch diese Verbindung vermieden. Ein weiterer Vorteil dieser Verbindung ist, daß alle 10 bzw. 14 Stifte abstützend wirken.

Der Achsenstumpf mit Flansch (Fig. 5+6, Pos. 1) ist mit der Scheibe aus einem Feingußteil gestaltet. Die Scheibe ist so dünn ( $\varnothing$  des Stiftes gleich Wanddicke), daß die Löcher mit dem gleichen zweckmäßig gestalteten Stanzwerkzeug wie die Scheiben des Außenzahnades in einem Hub eingebracht werden können. Weiterhin können mit dem gleichen Stanzwerkzeug die Löcher in den Scheiben (Fig. 5+6, Pos. 2+5) sowie im Flansch (Fig. 5+6, Pos. 8) hergestellt werden.

Bei herkömmlichen Trommelmotoren wird der Stator des Elektromotors in ein Rohr eingeschrumpft. Hierbei wird das Rohr erhitzt. Das Rohr besteht entweder aus Halbzeug oder aus einem Aluminium-Druckgußrohling. Da der Stator außen nur ungenau gefertigt werden kann, sind entweder exzentrische Lagen (schleifen des Rotors) oder lose bzw. schlecht einzubringende Statoren mit Montagestörungen (Nachwärmen) die Folge. Beide Lösungen erfordern eine teure und problembehaftete, genaue mechanische Fertigung. Bei der Anmeldung ist eine Lösung gefunden worden, wobei das den Stator aufnehmende Rohr aus einem Stranggußprofil gestaltet ist (Fig. 9). Die Nocken des Profils sind im entspannten, stranggepreßten Zustand kleiner als der Statoraußendurchmesser. Durch eine Vorrichtung läßt sich das Profil zusammendrücken (Fig. 8). Hierbei wird der Innendurchmesser der Nocken größer, so daß sich der Stator einlegen läßt. Wird die Vorrichtung entspannt so federt das Profil wieder zusammen und zentriert hierbei den Stator des Elektromotors (Fig. 7). Anschließend wird das Profil mit den Flanschen (Fig. 5+6, Pos. 8+11) verschraubt. Ein großes Motormoment läßt sich übertragen, weil ein Wulst des Profils formschlüssig in eine Nut des Stators einrastet.

Eine besonders leichte Kabelmontage wird möglich, wenn zuerst das Kabel durch den Flansch (Fig. 5+6, Pos. 11) geführt wird und dann der Rotor mit dem Kugellager montiert wird.

Da die Lagerung innerhalb des Wickelkopfes des Elektromotors gelegt wird und zusätzlich das Kabel zwischen Flansch und Lager nach außen geführt wird, wird eine kurze Ausföhrung von 150 mm Trommellänge (Fig. 5) bei gleichzeitig großen Trommelmomenten möglich. Beim Verlängern des Elektromotors unter Beibehaltung aller anderen Maße werden bei einer Trommellänge von 200 mm dieselben Leistungen erzielt wie bei derzeitigen Motoren mit 300 mm Trommellänge (Fig. 6). Die technischen Daten der Trommelmotore zeigt die beiliegende Tabelle für die Längen 150 mm und 200 mm. Einen Vergleich mit den technischen Daten der föhrenden Trommelmotorhersteller zeigen die beiliegenden Prospekte. Hier wird deutlich, daß gleiche maximale Geschwindigkeiten und wesentlich kleinere mini-

male Geschwindigkeiten möglich sind.

#### Bezugszeichenliste

1 Achsenstumpf mit Flansch	5
2 Stützscheibe	
3 Kunststoffverzahnung	
4 Lochscheiben	
5 Stützscheibe	
6 Exzentrerscheibe	10
7 Statorhülse	
8 Zwischenflansch	
9 Rotorkugellager	
10 Kabel	
11 Achsenstumpf mit Flansch	15

#### Patentansprüche

1. Kurze Bauweise, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein koaxiales, einstufiges Exzenter-Räderkoppelgetriebe (Fig. 1) mit flächenförmig, konvex auf konkav, mit gleicher Wölbung tragender Evolventenverzahnung zur Untersetzung der Motordrehzahl verwendet wird. 20
2. Besonders preiswerte und genaue Herstellung, dadurch gekennzeichnet, daß das Zahnrad (Fig. 5+6, Pos. 3+4) und die Stützscheiben (Fig. 5+6, Pos. 2+5) des Räderkoppelgetriebes aus Scheiben zusammen gesetzt sind, die mit einem Stanzwerkzeug im Feinstanzverfahren hergestellt werden können. 25
3. Besonders preiswerte und genaue Herstellung der Flansche (Fig. 5+6, Pos. 1+8), dadurch gekennzeichnet, daß die Flansche so dünn gestaltet sind (Loch  $\varnothing$  = Dicke), daß die Löcher mit dem gleichen Stanzwerkzeug wie unter Anspruch 2 aufgeführt, eingebracht werden können. 30 35
4. Kurze Bauweise, dadurch gekennzeichnet, daß das Kabel zwischen Flansch (Fig. 5+6, Pos. 11) und Rotorkugellager nach außen geführt wird.
5. Kurze Bauweise, dadurch gekennzeichnet, daß Flansch und Achsstumpf (Fig. 5+6, Pos. 11) besonders raumsparend einteilig als Feingußteil gestaltet sind. 40
6. Kostengünstige und geräuscharme Ausführung, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffverzahnung an die gestanzten Scheiben des Kernes angespritzt wird und sich hierbei an den Löchern der größeren, inneren Scheiben verkrallt. 45
7. Kostengünstige, ohne aufwendige mechanische Bearbeitung herstellbare, leicht montierbare Statoraufnahmehülse, dadurch gekennzeichnet, daß die den Stator aufnehmende Hülse als elastisches Strangpressprofil mit Nocken zur Aufnahme der Schrauben ausgeführt wird. 50

---

Hierzu 15 Seite(n) Zeichnungen

---

55

60

65

# Übersicht der Figuren

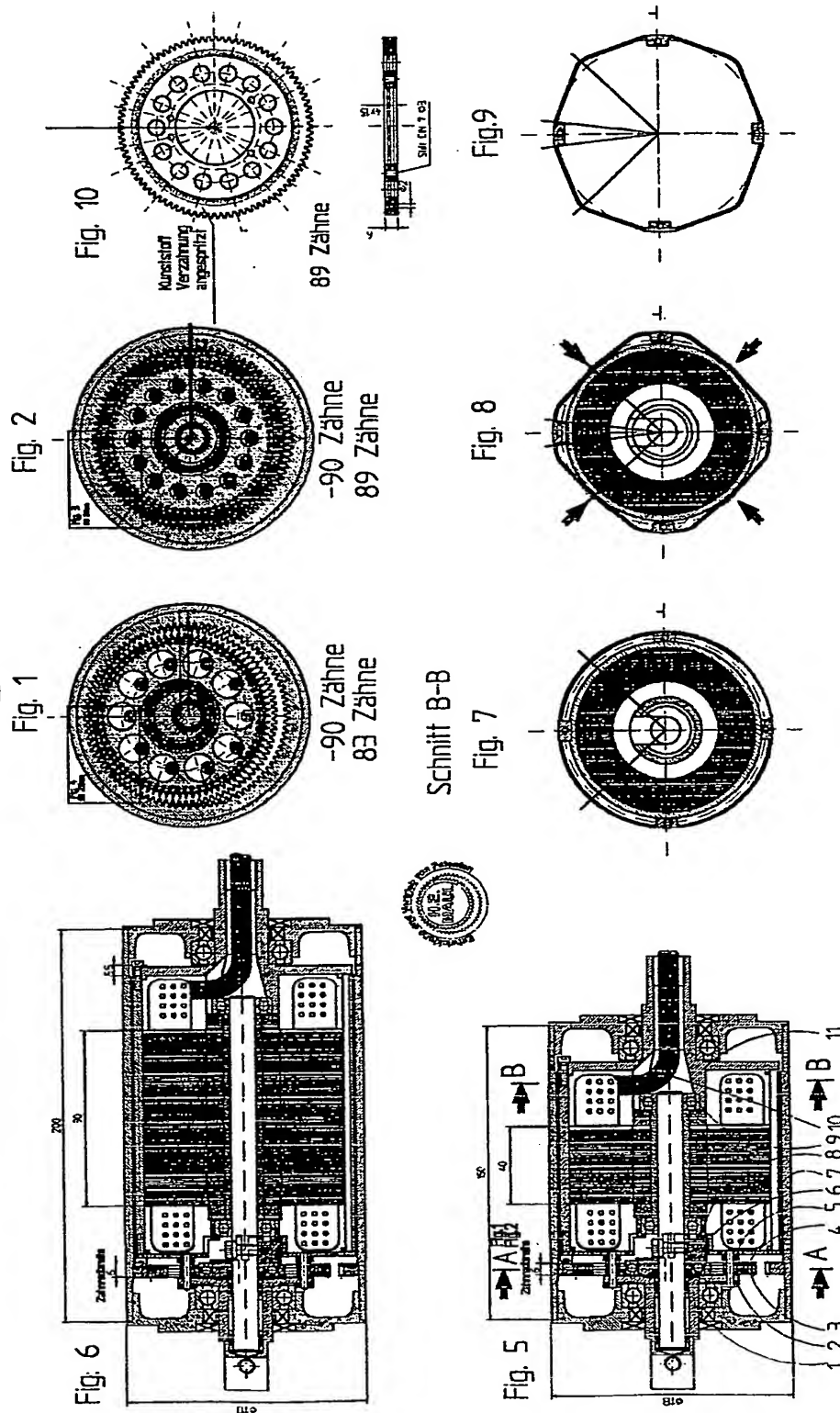
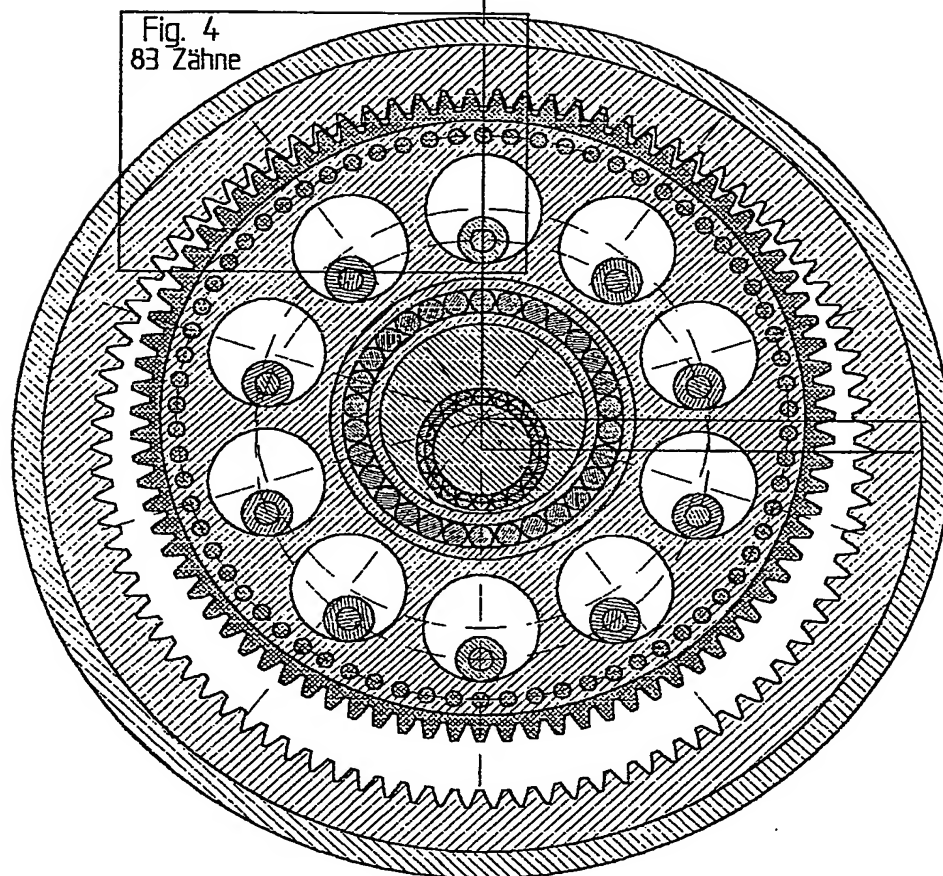
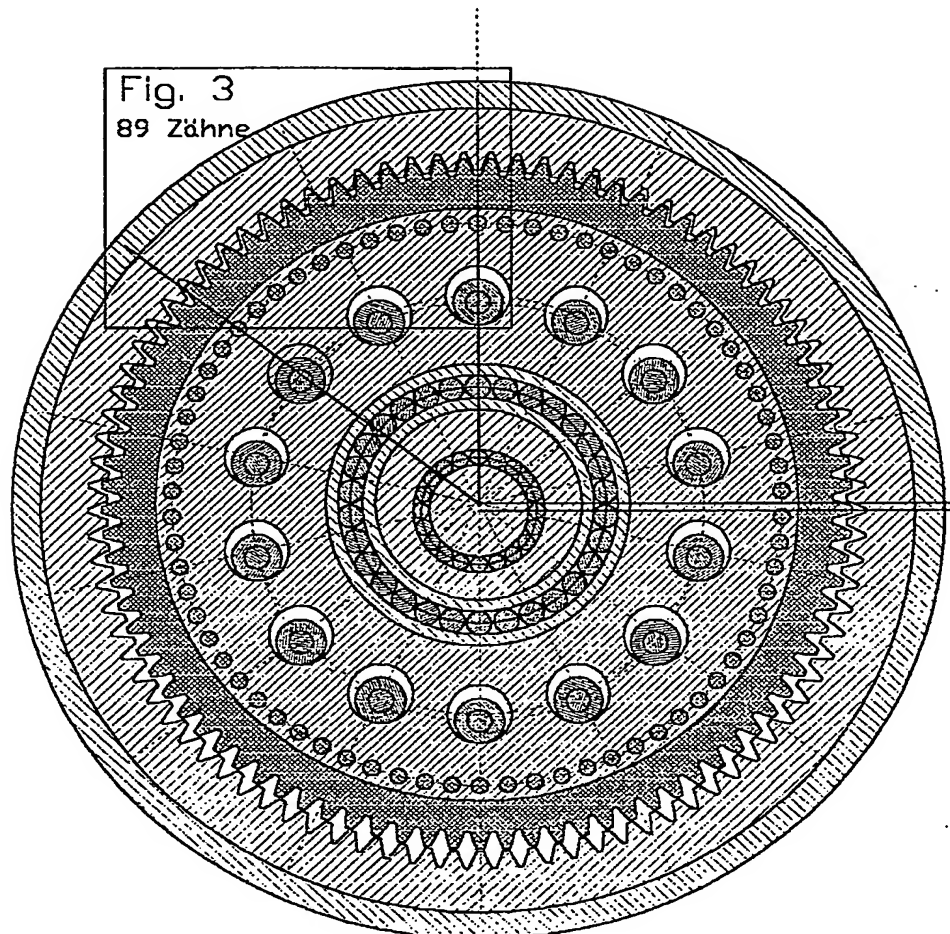


Fig. 1

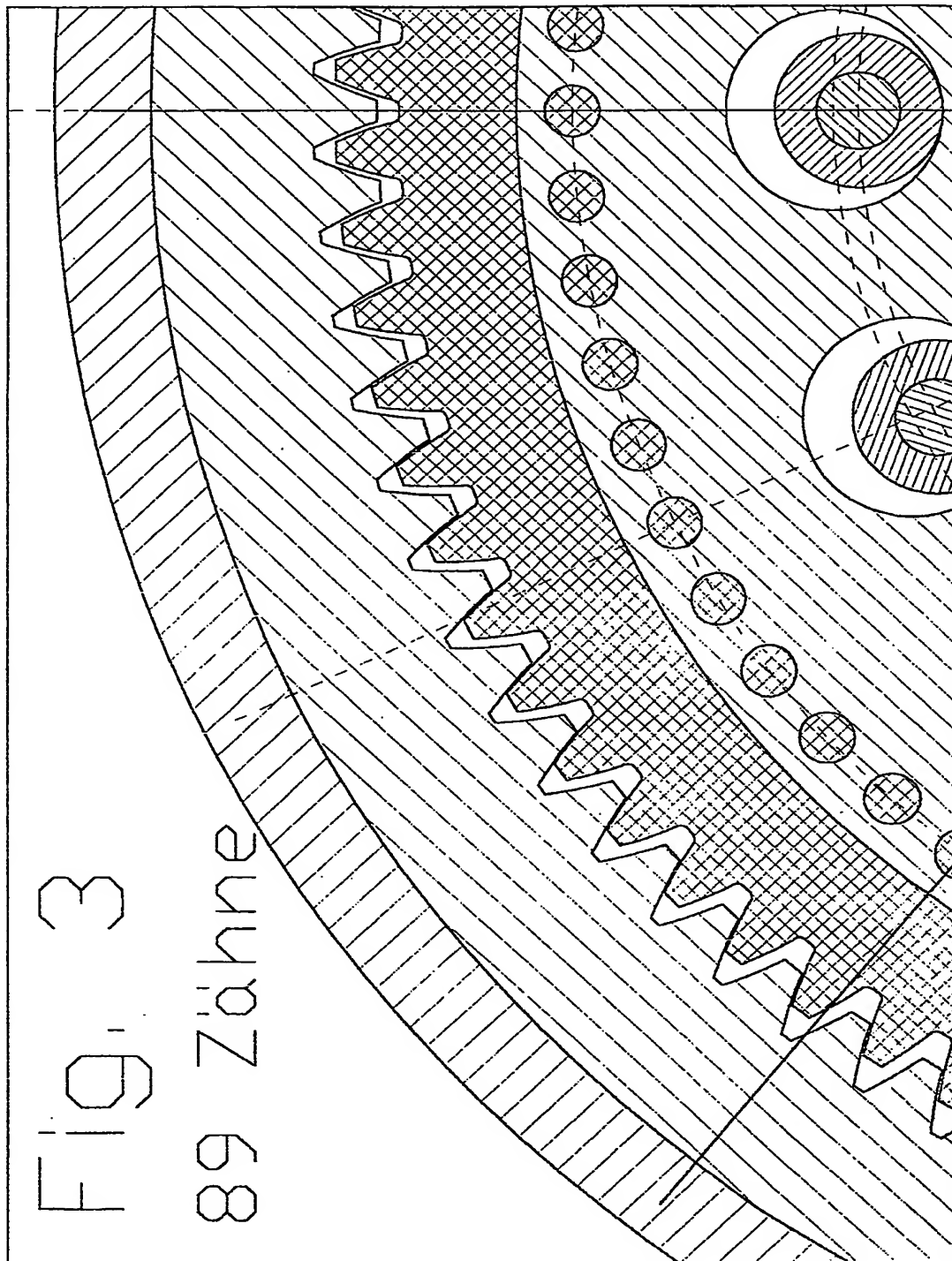


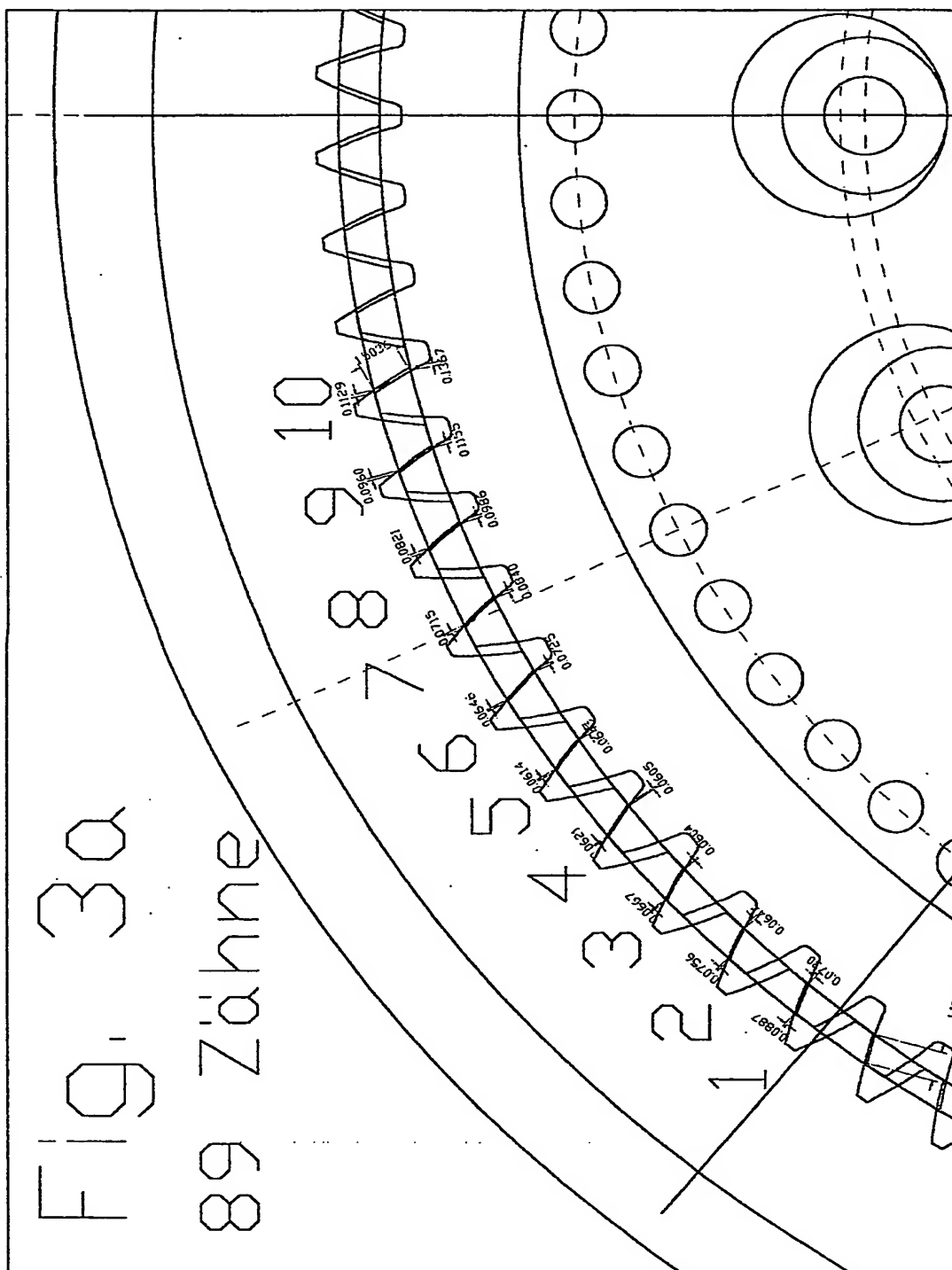
-90 Zähne  
83 Zähne

Fig. 2

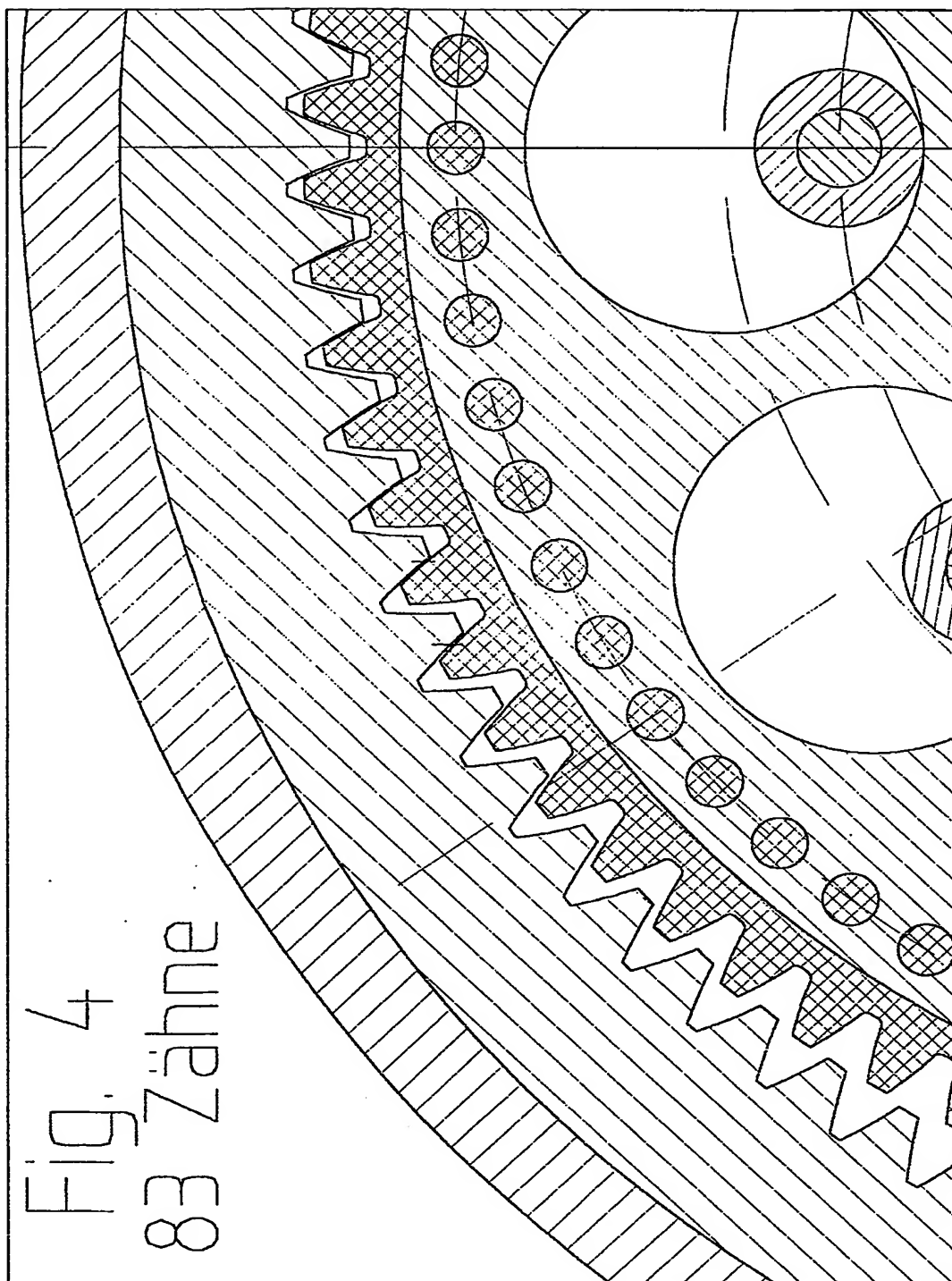


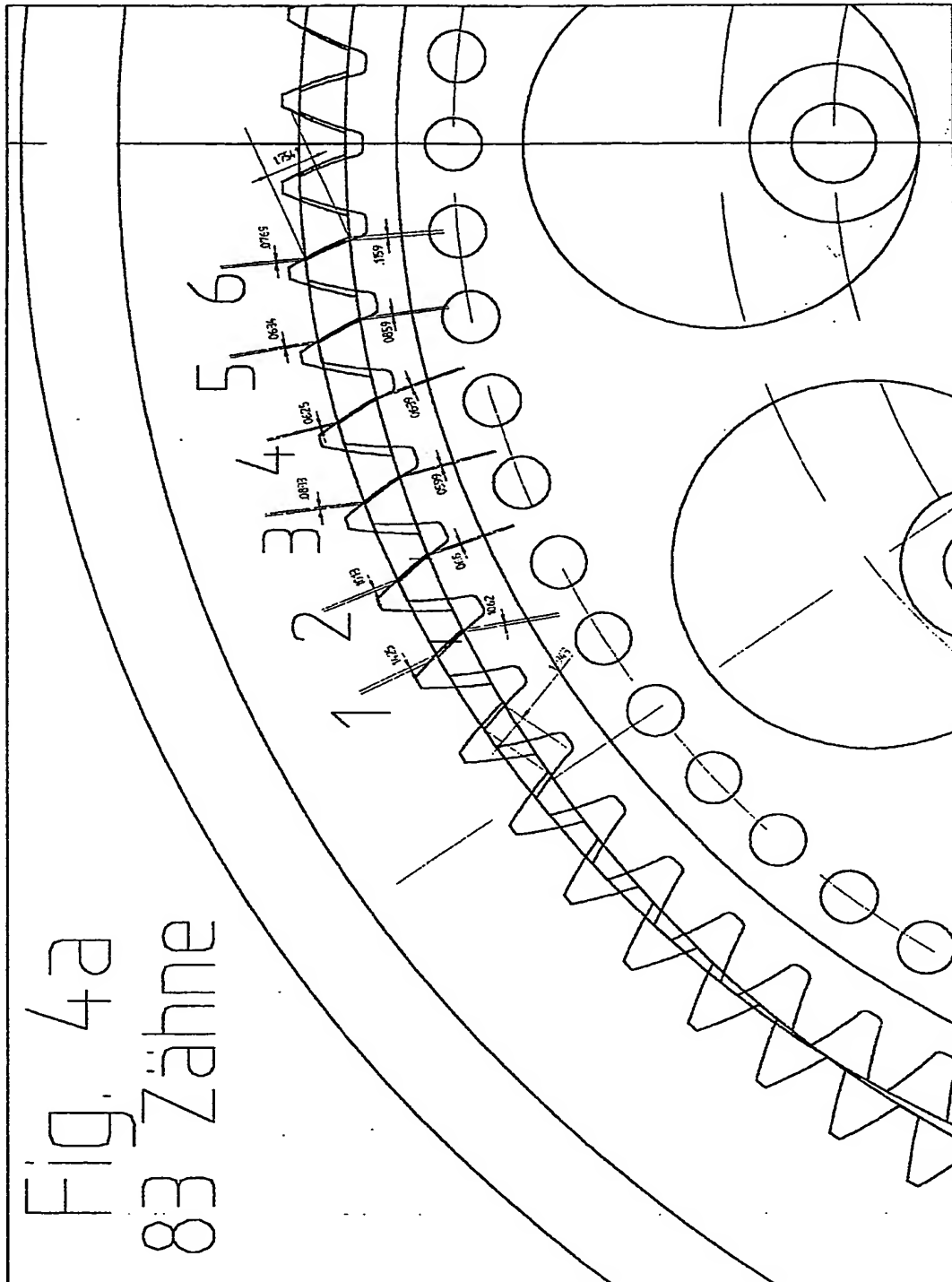
- 90 Zähne  
89 Zähne

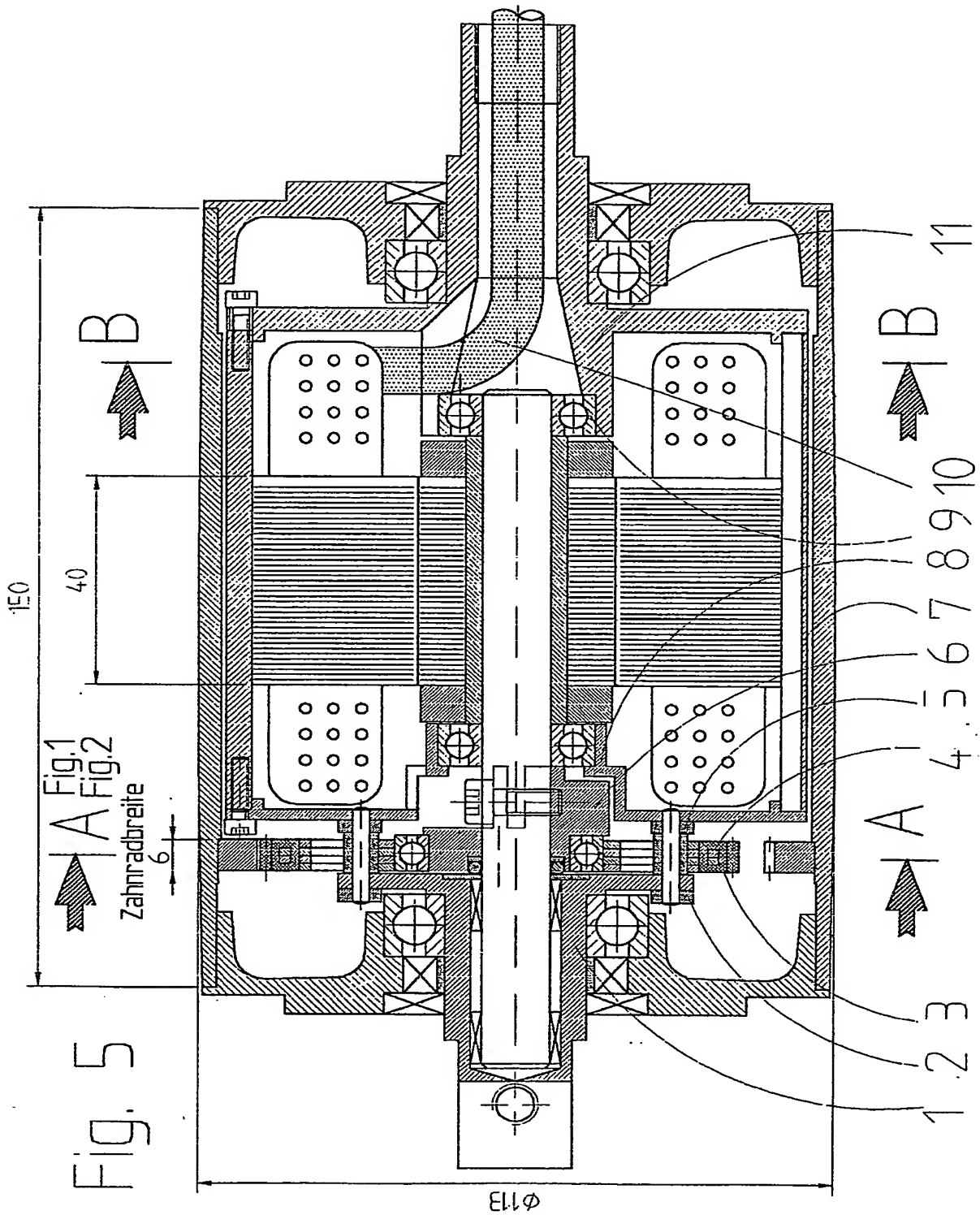


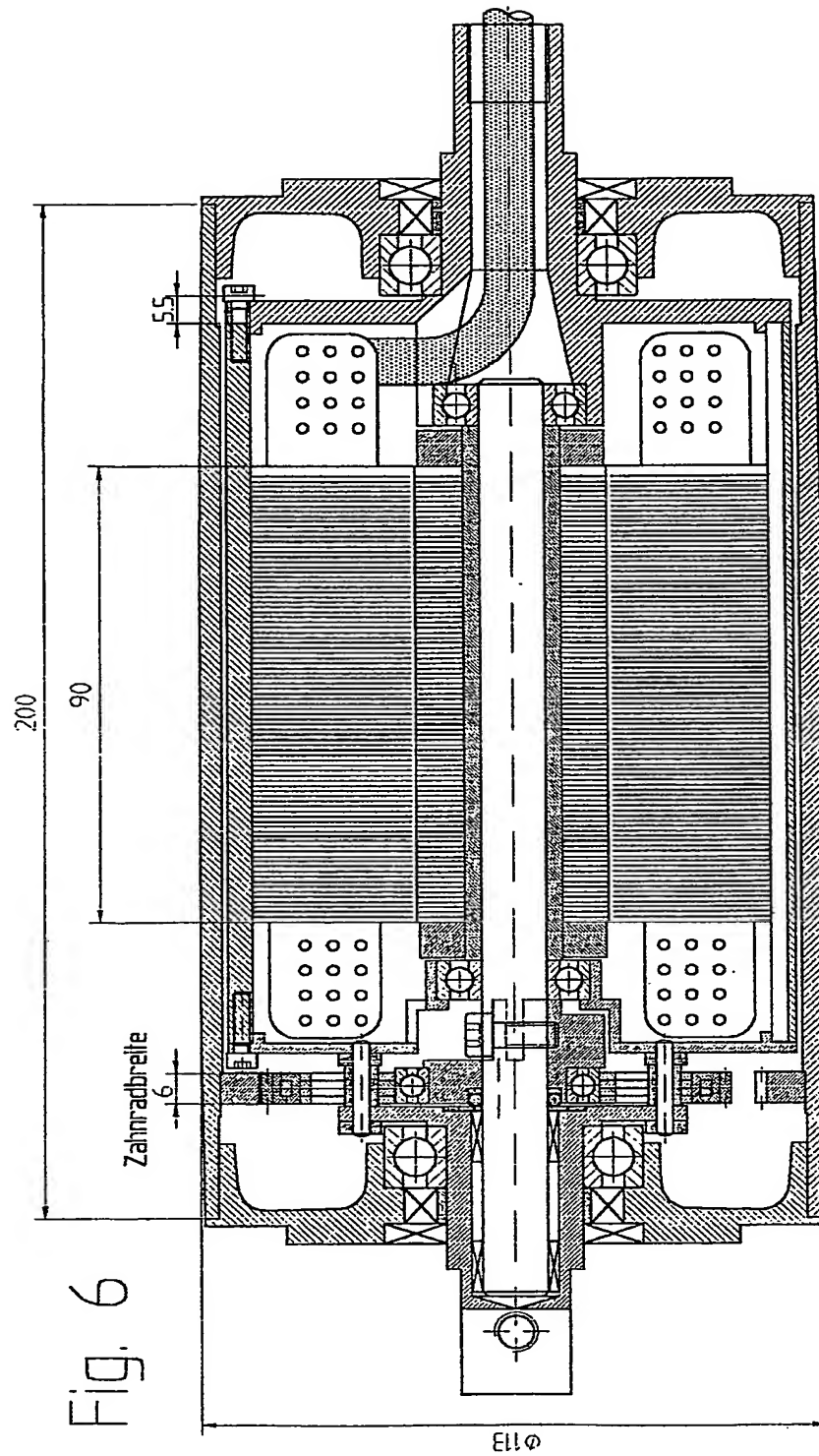












# Schnitt B-B

Fig. 7

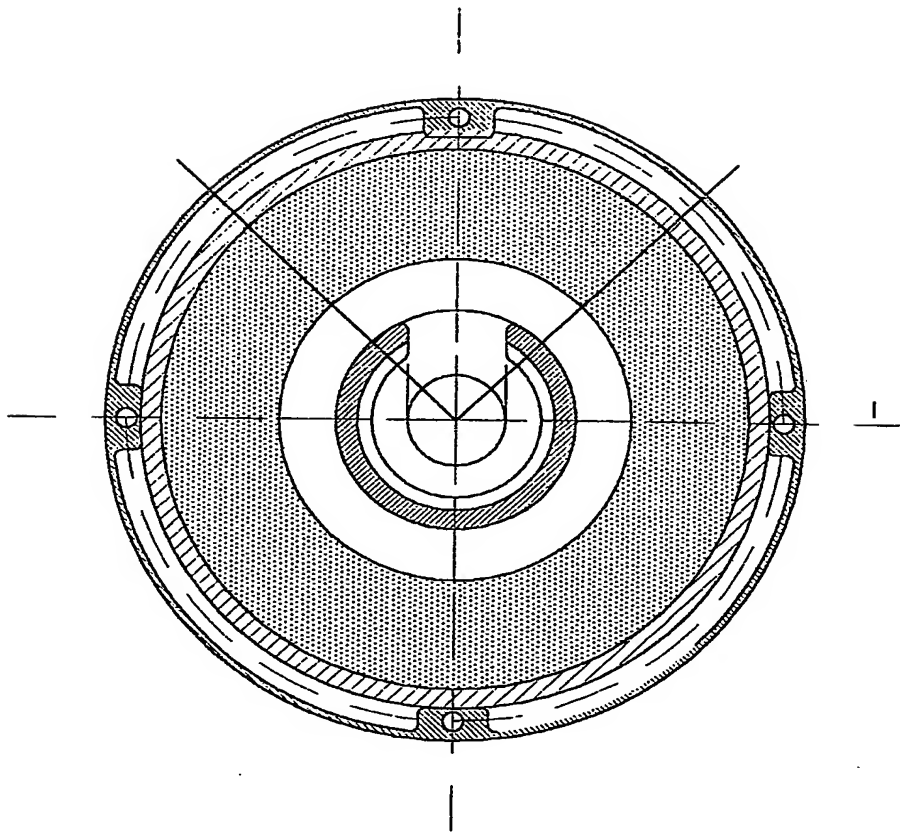


Fig. 8

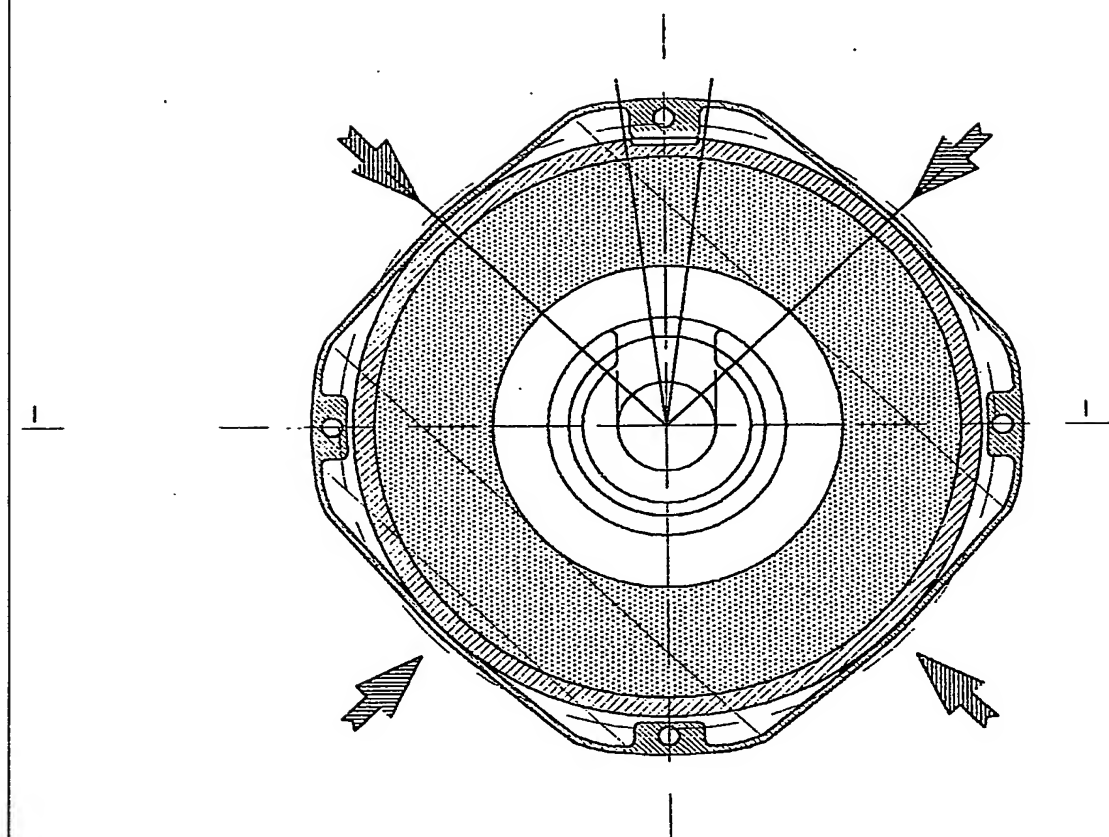


Fig. 9

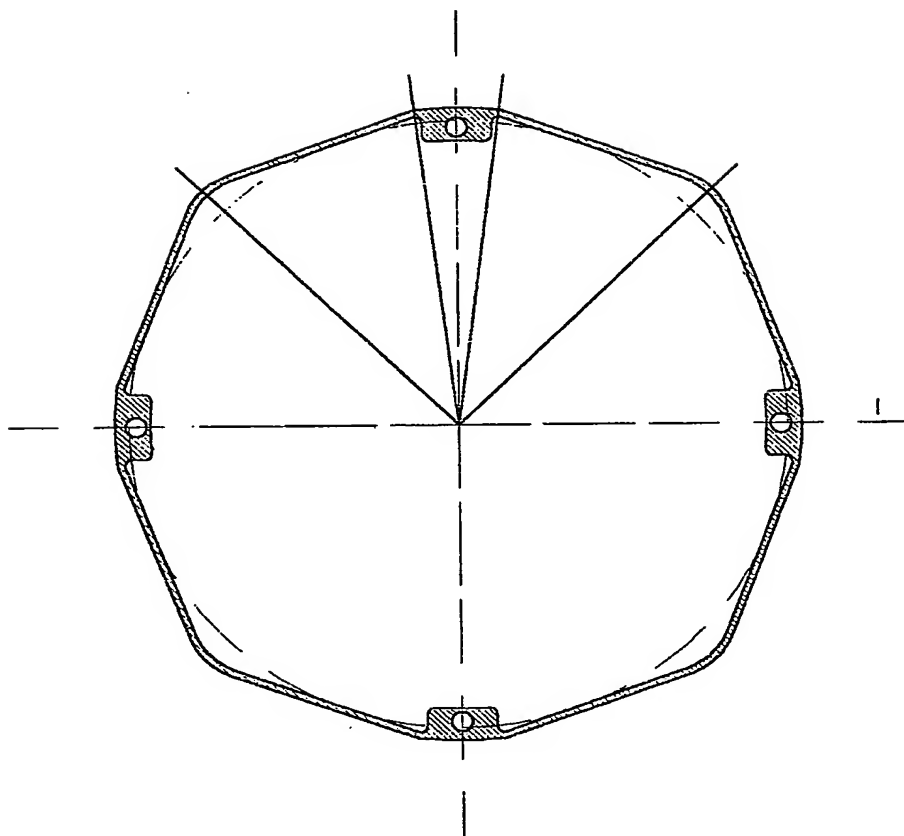
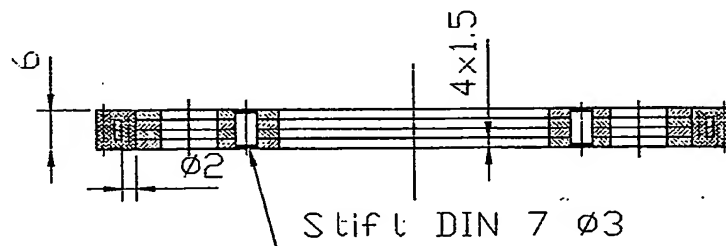


Fig. 10

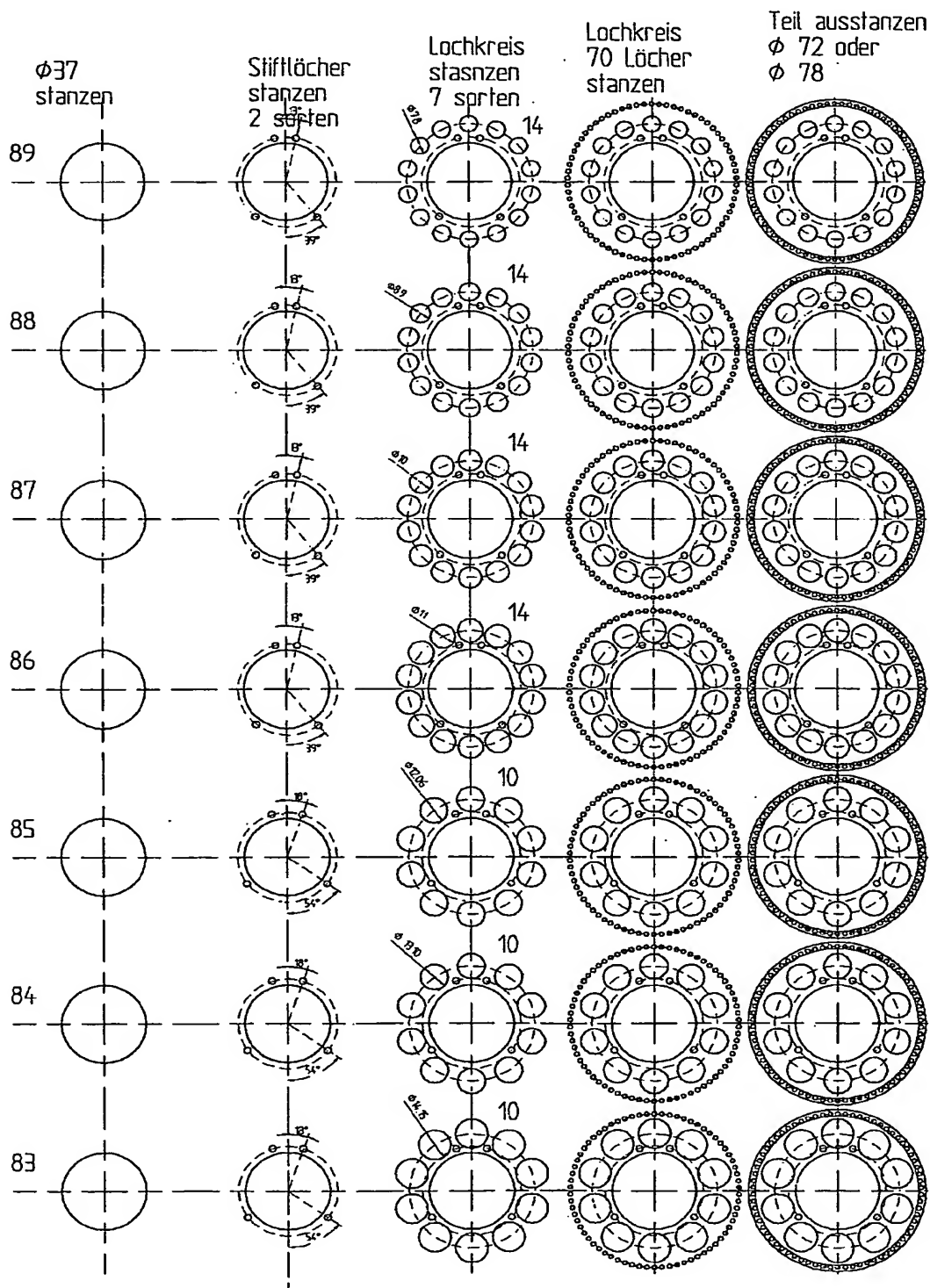
Kunststoff  
Verzahnung  
angespritzt

89 Zähne





# Variationen beim stanzen der Lochscheiben



# Technische Daten der Trommelmotore

## Trommelmotor 110 L=150

### Umfangsgeschwindigkeiten der Trommelmotore in m/s

Trommel Durchm. mm	Zahnezahl innen	Zahnezahl außen	Unter- setzung	Motor drehzahl min-1	V umfang m/s	Trommel drehzahl sec-1	Leistung Watt	Dreh Moment Nm	Umfangs Kraft N
110	90	89	-89	920	-0,0595	-0,172	80	73,941	1344,377
110	90	88	-44	920	-0,1204	-0,348	80	36,555	664,636
110	90	87	-29	920	-0,1826	-0,529	80	24,093	438,055
110	90	86	-21,5	920	-0,2463	-0,713	80	17,882	324,765
110	90	85	-17	920	-0,3115	-0,902	80	14,124	256,791
110	90	84	-14	920	-0,3783	-1,095	80	11,631	211,475
110	90	83	-11,8571429	920	-0,4467	-1,293	80	9,851	179,106
110	90	89	-89	1380	-0,0893	-0,258	110	67,779	1232,348
110	90	88	-44	1380	-0,1806	-0,523	110	33,509	609,250
110	90	87	-29	1380	-0,2739	-0,793	110	22,085	401,551
110	90	86	-21,5	1380	-0,3695	-1,070	110	16,374	297,701
110	90	85	-17	1380	-0,4673	-1,353	110	12,947	235,392
110	90	84	-14	1380	-0,5674	-1,643	110	10,662	193,852
110	90	83	-11,8571429	1380	-0,6700	-1,940	110	9,030	164,181
110	90	89	-89	2860	-0,1850	-0,536	160	47,570	864,914
110	90	88	-44	2860	-0,3742	-1,083	160	23,518	427,598
110	90	87	-29	2860	-0,5677	-1,644	160	15,500	281,826
110	90	86	-21,5	2860	-0,7658	-2,217	160	11,492	208,940
110	90	85	-17	2860	-0,9685	-2,804	160	9,086	165,208
110	90	84	-14	2860	-1,1760	-3,405	160	7,483	136,054
110	90	83	-11,8571429	2860	-1,3885	-4,020	160	6,338	115,229

## Trommelmotor 110 L=200

### Umfangsgeschwindigkeiten der Trommelmotore in m/s

Trommel Durchm. mm	Zahnezahl innen	Zahnezahl außen	Unter- setzung	Motor drehzahl min-1	V umfang m/s	Trommel drehzahl sec-1	Leistung Watt	Dreh Moment Nm	Umfangs Kraft N
110	90	89	-89	920	0,0595	-0,172	180	166,367	3024,848
110	90	88	-44	920	0,1204	-0,348	180	82,249	1495,431
110	90	87	-29	920	0,1826	-0,529	180	54,209	985,625
110	90	86	-21,5	920	0,2463	-0,713	180	40,190	730,722
110	90	85	-17	920	0,3115	-0,902	180	31,778	577,780
110	90	84	-14	920	0,3783	-1,095	180	26,170	475,819
110	90	83	-11,8571429	920	0,4467	-1,293	180	22,164	402,989
110	90	89	-89	1380	0,0893	-0,258	300	184,852	3360,943
110	90	88	-44	1380	0,1806	-0,523	300	91,387	1661,590
110	90	87	-29	1380	0,2739	-0,793	300	60,233	1095,139
110	90	86	-21,5	1380	0,3695	-1,070	300	44,655	811,913
110	90	85	-17	1380	0,4673	-1,353	300	35,309	641,978
110	90	84	-14	1380	0,5674	-1,643	300	29,078	528,688
110	90	83	-11,8571429	1380	0,6700	-1,940	300	24,627	447,766
110	90	89	-89	2860	0,1850	-0,536	360	107,033	1946,056
110	90	88	-44	2860	0,3742	-1,083	360	52,915	962,095
110	90	87	-29	2860	0,5677	-1,644	360	34,876	634,108
110	90	86	-21,5	2860	0,7658	-2,217	360	25,856	470,115
110	90	85	-17	2860	0,9685	-2,804	360	20,445	371,719
110	90	84	-14	2860	1,1760	-3,405	360	16,837	308,121
110	90	83	-11,8571429	2860	1,3885	-4,020	360	14,260	259,266